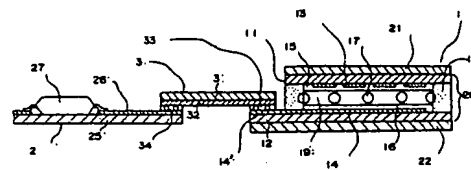


**(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

(11) 3-98020 (A) (43) 23.4.1991 (19) JP  
 (21) Appl. No. 64-235965 (22) 12.9.1989  
 (71) RICOH CO LTD (72) KENYA YOKOI  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. G02F1/1333, G02F1/1345

**PURPOSE:** To prevent the generation of a connection defect, such as disconnection, by forming the patterns of flexible connector substrates of a conductive resin.

**CONSTITUTION:** The flexible connector substrate 3 is constituted by forming connecting electrodes 32 consisting of patterns printed with the conductive resin on a flexible substrate 32 consisting of polyester, polyimide, etc. The connecting electrodes 32 of the flexible connector substrate 3 are the patterns formed of the conductive resin layer in such a manner and, therefore, have resilience. The generation of the connection defect, such as disconnection, by the impact and stress on the transparent connecting electrodes 14' at the time of heat sealing is prevented in this way.



1: liquid crystal display element. 2: driving circuit substrate. 11: upper substrate. 12: lower substrate. 14: transparent electrode for display. 15, 16: oriented film. 17: gap material. 18: sealing agent. 19: liquid crystal. 20: liquid crystal cell. 21: upper polarizing plate. 22: lower polarizing plate. 25: substrate. 26: copper foil electrode. 27: driver LSI. 33, 34: anisotropic conductive film

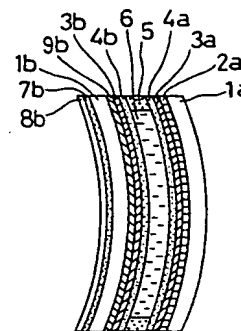
## BEST AVAILABLE COPY

**(54) LIQUID CRYSTAL CELL**

(11) 3-98021 (A) (43) 23.4.1991 (19) JP  
 (21) Appl. No. 64-236387 (22) 12.9.1989  
 (71) TOYOTA MOTOR CORP(1) (72) HIDEAKI UENO(3)  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. G02F1/1335, G02F1/13

**PURPOSE:** To enhance durability and light resistance and to improve visibility by forming UV absorptive layers consisting of a UV absorptive inorg. compd. on the inside surface side of transparent substrates and constituting multilayered optical films for preventing reflection together with transparent electrodes.

**CONSTITUTION:** The UV absorptive layers consisting of the UV absorptive inorg. compd. are formed on the inside surface side of the transparent substrates 1a, 1b to constitute the multilayered optical films for preventing reflection together with the transparent electrodes 3a, 3b. The incident UV rays from the transparent substrates 1a, 1b side are absorbed by the UV absorptive films. The deterioration of a sealing agent of the liquid crystal cell 6 or the liquid crystal itself occurring in UV rays is lessened in this way and the reflection is prevented, by which the visibility is improved.

**(54) ACTIVE MATRIX LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT AND PROJECTION TYPE ACTIVE MATRIX LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

(11) 3-98022 (A) (43) 23.4.1991 (19) JP  
 (21) Appl. No. 64-234723 (22) 12.9.1989  
 (71) ASAHI GLASS CO LTD (72) TOMONORI KORISHIMA(2)  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. G02F1/1335, G02F1/133, G02F1/1333, G02F1/136

**PURPOSE:** To improve the color balance of a display by providing specific conditions among the refractive index anisotropy of a liquid crystal, the average particle size thereof, the spacing between both electrodes of respective colors, the main wavelength of the colors of respective light sources, the main wavelength of the light source of a green color and inter-electrode spacing.

**CONSTITUTION:** The refractive index anisotropy  $\Delta n$  of the liquid crystal to be used is  $\geq 0.18$ . The average particle size  $R(\mu m)$  of the liquid crystal dispersed and held in a resin matrix, the spacing  $d_x(\mu m)$  between the electrodes of the respective colors and the main wavelength  $\lambda_x$  of the colors of the respective light sources are set so as to satisfy the relations of inequalities I to III with respect to the spacing  $d_c(\mu m)$  between the two electrodes at the time of main wavelength of the light source of the green color;  $\lambda_c = 540nm$ . The color balance is easily taken in this way. Since the liquid crystal resin composite is formed in such a manner that the refractive index of the resin matrix coincides nearly with the ordinary ray refractive index ( $n_o$ ) of the liquid crystal to be used, the parts which are not impressed with an electric field are black on a screen scattered and projected with light and, therefore, the need for forming light shielding films between picture elements is eliminated.

$$\begin{aligned}
 &0.3 < R \cdot \Delta n < 0.7 \quad I \\
 &4R < d_c < 8R \quad II \\
 &\frac{0.95 d_c}{\sqrt{\lambda_c}} < \frac{d_x}{\sqrt{\lambda_x}} < \frac{1.05 d_c}{\sqrt{\lambda_c}} \quad III
 \end{aligned}$$

⑬ Int. Cl.<sup>9</sup>

G 02 F

1/1335  
1/133  
1/1333  
1/136

識別記号

5 0 5  
5 0 0

庁内整理番号

8106-2H  
8806-2H  
8806-2H  
9018-2H

⑭ 公開 平成3年(1991)4月23日

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全15頁)

⑮ 発明の名称 アクティブマトリクス液晶表示素子及び投射型アクティブマトリクス液晶表示装置

⑯ 特 願 平1-234723

⑰ 出 願 平1(1989)9月12日

⑱ 発 明 者 郡 島 友 紀 神奈川県横浜市旭区白根町2-15-10  
 ⑱ 発 明 者 平 井 良 典 神奈川県横浜市港南区日野8-19-12  
 ⑱ 発 明 者 新 山 聡 神奈川県横浜市旭区鶴ヶ峰2-59-1  
 ⑲ 出 願 人 旭硝子株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 梅村 繁郎 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

アクティブマトリクス液晶表示素子及び投射型アクティブマトリクス液晶表示装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 複数の色光源と、各色光源からの光が入射する複数のアクティブマトリクス液晶表示素子と、アクティブマトリクス液晶表示素子から出射した光を合成投射する投射光学系とを有する投射型アクティブマトリクス液晶表示装置において、アクティブマトリクス液晶表示素子が画素電極毎に能動素子を設けたアクティブマトリクス基板と、対向電極を設けた対向電極基板との間に、誘電異方性が正のネマチック液晶が樹脂マトリクス中に分散保持された液晶樹脂複合体を挟持し、その樹脂マトリクスの屈折率が使用する液晶の常光屈折率( $n_o$ )とほぼ一致するようにされ、使用する液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ が0.18以上であり、樹脂マトリクス中に分散保持

される液晶の平均粒子径 $R$ ( $\mu m$ )、各色の両電極間隙 $d_x$ ( $\mu m$ )、各光源の色の主波長 $\lambda_x$ が、緑色の光源の主波長 $\lambda_o = 540nm$ とした場合の両電極間隙 $d_o$ ( $\mu m$ )に対して、

$$0.3 < R \cdot \Delta n < 0.7 \quad (1)$$

$$4R < d_o < 8R \quad (2)$$

$$\frac{0.95 d_o}{\sqrt{\lambda_o}} < \frac{d_x}{\sqrt{\lambda_x}} < \frac{1.05 d_o}{\sqrt{\lambda_o}} \quad (3)$$

の関係を満足することを特徴とする投射型アクティブマトリクス液晶表示装置。

(2) 請求項1の液晶表示装置がRGB3色の光源と3枚のアクティブマトリクス液晶表示素子とからなり、その3色の液晶表示素子の両電極間隙 $d_n, d_o, d_a$ 、各光源の色の主波長 $\lambda_n, \lambda_o, \lambda_a$ が

$$\frac{d_n}{\sqrt{\lambda_n}} \approx \frac{d_o}{\sqrt{\lambda_o}} \approx \frac{d_a}{\sqrt{\lambda_a}} \quad (4)$$

の関係を満足することを特徴とする投射型アクティブマトリクス液晶表示装置。

(3) 請求項1または2の液晶表示素子の液晶樹脂

複合体に用いられる樹脂が、光硬化性ビニル系樹脂であり、液晶と該樹脂とを均一に溶解した溶液に光照射し、樹脂を硬化させることにより得られる液晶樹脂複合体を使用することを特徴とする投射型アクティブマトリクス液晶表示装置。

- (4)複数のカラーフィルターを配置したアクティブマトリクス液晶表示素子において、画素電極毎に能動素子を設けたアクティブマトリクス基板と、対向電極を設けた対向電極基板との間に、誘電異方性が正のネマチック液晶が樹脂マトリクス中に分散保持された液晶樹脂複合体を挟持し、その樹脂マトリクスの屈折率が使用する液晶の常光屈折率( $n_o$ )とほぼ一致するようにされ、使用する液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ が0.18以上であり、樹脂マトリクス中に分散保持される液晶の平均粒子径 $R$ ( $\mu m$ )、各色の両電極間隙 $d_s$ ( $\mu m$ )、各カラーフィルターの透過光の主波長 $\lambda_s$ が、緑色の光源の主波長 $\lambda_o = 540nm$ とした場合の両電極間隙 $d_o$ ( $\mu m$ )に対して、

$$0.3 < R \cdot \Delta n < 0.7 \quad (1)$$

$$4R < d_o < 8R \quad (2)$$

$$\frac{0.95 d_o}{\sqrt{\lambda_o}} < \frac{d_s}{\sqrt{\lambda_s}} < \frac{1.05 d_o}{\sqrt{\lambda_o}} \quad (3)$$

の関係を満足することを特徴とするアクティブマトリクス液晶表示素子。

- (5)請求項4の液晶表示素子がRGB3色のカラーフィルターを有するアクティブマトリクス液晶表示素子であり、その3色のカラーフィルター部分に対応する液晶表示素子の両電極間隙 $d_s, d_o, d_s$ 、各カラーフィルターの透過光の主波長 $\lambda_s, \lambda_o, \lambda_s$ が

$$\frac{d_s}{\sqrt{\lambda_s}} \approx \frac{d_o}{\sqrt{\lambda_o}} \approx \frac{d_s}{\sqrt{\lambda_s}} \quad (4)$$

の関係を満足することを特徴とするアクティブマトリクス液晶表示素子。

- (6)請求項4または5の液晶表示素子の液晶樹脂複合体に用いられる樹脂が、光硬化性ビニル系樹脂であり、液晶と該樹脂とを均一に溶解した溶液に光照射し、樹脂を硬化させることにより

得られる液晶樹脂複合体を使用することを特徴とするアクティブマトリクス液晶表示素子。

- (7)請求項4または5または6の液晶表示素子と投射用光源と投射光学系とを有する投射型アクティブマトリクス液晶表示装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は、アクティブマトリクス液晶表示素子及び投射型アクティブマトリクス液晶表示装置に関するものである。

#### 〔従来の技術〕

液晶ディスプレイは、近年その低消費電力、低電圧駆動等の特長を生かしてパーソナルワードプロセッサ、ハンドヘルドコンピューター、ポケットTV等に広く利用されている。中でも注目され、盛んに開発されているのが、画素電極毎に能動素子を配置したアクティブマトリクス液晶表示素子である。

このような液晶表示素子は当初は、DSM(動的散乱)型の液晶を用いた液晶表示素子も

提案されていたが、DSM型では液晶中を流れる電流値が高いため、消費電流が大きいという欠点があり、現在ではTN(ツイストネマチック)型液晶を用いるものが主流となっており、ポケットTVとして市場に現われている。TN型液晶では、漏れ電流は極めて小さく、消費電力が少ないので、電池を電源とする用途には適している。

#### 〔発明の解決しようとする課題〕

アクティブマトリクス液晶表示素子をDSモードで使用する場合には、液晶自身の漏れ電流が大きい。このため、各画素と並列に大きな蓄積容量を設けなくてはならず、かつ、液晶表示素子自体の消費電力が大きくなるという問題点を有していた。

TNモードにおいては、液晶自身の漏れ電流は極めて小さいので、大きな蓄積容量を付加する必要はないし、液晶表示素子自体の消費電力は小さくできる。

しかし、TNモードでは、2枚の偏光板を必

要とするので、光の透過率が小さいという問題点を有している。

特に、画像の投影を行う際には極めて強い光源を必要とし、投影スクリーン上で高いコントラストが得られにくいことや、光源の発熱による液晶表示素子への影響という問題点を有している。

そこで、TNモードの課題を解決すべく、ネマチック液晶を樹脂マトリクス中に分散保持した液晶樹脂複合体を使用して、その散乱-透過特性を利用したモードが提案されている。

しかし、低電圧で十分な輝度やコントラスト比が得られない、色バランスがとりにくいという問題点を有していた。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、前述の課題を解決すべくなされたものであり、複数の色光源と、各色光源からの光が入射する複数枚のアクティブマトリクス液晶表示素子と、アクティブマトリクス液晶表示素子から出射した光を合成投射する投射光学系

晶表示装置がRGB3色の光源と3枚のアクティブマトリクス液晶表示素子とからなり、その3色の液晶表示素子の両電極間隔 $d_x, d_o, d_s$ 、各光源の色の主波長 $\lambda_x, \lambda_o, \lambda_s$ が

$$\frac{d_x}{\lambda_x} \approx \frac{d_o}{\lambda_o} \approx \frac{d_s}{\lambda_s} \quad (4)$$

の関係を満足することを特徴とする投射型アクティブマトリクス液晶表示装置、及び、それらの液晶表示素子の液晶樹脂複合体に用いられる樹脂が、光硬化性ビニル系樹脂であり、液晶と該樹脂とを均一に溶解した溶液に光照射し、樹脂を硬化させることにより得られる液晶樹脂複合体を使用することを特徴とする投射型アクティブマトリクス液晶表示装置、並びに、複数のカラーフィルターを配置したアクティブマトリクス液晶表示素子において、画素電極毎に能動素子を設けたアクティブマトリクス基板と、対向電極を設けた対向電極基板との間に、誘電異方性が正のネマチック液晶が樹脂マトリクス中に分散保持された液晶樹脂複合体を挟持し、その

とを有する投射型アクティブマトリクス液晶表示装置において、アクティブマトリクス液晶表示素子が画素電極毎に能動素子を設けたアクティブマトリクス基板と、対向電極を設けた対向電極基板との間に、誘電異方性が正のネマチック液晶が樹脂マトリクス中に分散保持された液晶樹脂複合体を挟持し、その樹脂マトリクスの屈折率が使用する液晶の常光屈折率( $n_o$ )とほぼ一致するようにされ、使用する液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ が0.18以上であり、樹脂マトリクス中に分散保持される液晶の平均粒子径 $R$  ( $\mu m$ )、各色の両電極間隔 $d_x$  ( $\mu m$ )、各光源の色の主波長 $\lambda_x$ が、緑色の光源の主波長 $\lambda_o = 540nm$ とした場合の両電極間隔 $d_o$  ( $\mu m$ ) に対して、

$$0.3 < R \cdot \Delta n < 0.7 \quad (1)$$

$$4R < d_o < 8R \quad (2)$$

$$\frac{0.95 d_o}{\sqrt{\lambda_o}} < \frac{d_x}{\sqrt{\lambda_x}} < \frac{1.05 d_o}{\sqrt{\lambda_o}} \quad (3)$$

の関係を満足することを特徴とする投射型アクティブマトリクス液晶表示装置、及び、その液

樹脂マトリクスの屈折率が使用する液晶の常光屈折率( $n_o$ )とほぼ一致するようにされ、使用する液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ が0.18以上であり、樹脂マトリクス中に分散保持される液晶の平均粒子径 $R$  ( $\mu m$ )、各色の両電極間隔 $d_x$  ( $\mu m$ )、各カラーフィルターの透過光の主波長 $\lambda_x$ が、緑色の光源の主波長 $\lambda_o = 540nm$ とした場合の両電極間隔 $d_o$  ( $\mu m$ ) に対して、

$$0.3 < R \cdot \Delta n < 0.7 \quad (1)$$

$$4R < d_o < 8R \quad (2)$$

$$\frac{0.95 d_o}{\sqrt{\lambda_o}} < \frac{d_x}{\sqrt{\lambda_x}} < \frac{1.05 d_o}{\sqrt{\lambda_o}} \quad (3)$$

の関係を満足することを特徴とするアクティブマトリクス液晶表示素子、及び、その液晶表示素子がRGB3色のカラーフィルターを有するアクティブマトリクス液晶表示素子であり、その3色のカラーフィルター部分に対応する液晶表示素子の両電極間隔 $d_x, d_o, d_s$ 、各カラーフィルターの透過光の主波長 $\lambda_x, \lambda_o, \lambda_s$ が

$$\frac{d_s}{\lambda_s} \approx \frac{d_o}{\lambda_o} \approx \frac{d_e}{\lambda_e} \quad (4)$$

の関係を満足することを特徴とするアクティブマトリクス液晶表示素子、及び、それらの液晶表示素子の液晶樹脂複合体に用いられる樹脂が、光硬化性ビニル系樹脂であり、液晶と該樹脂とを均一に溶解した溶液に光照射し、樹脂を硬化させることにより得られる液晶樹脂複合体を使用することを特徴とするアクティブマトリクス液晶表示素子、及び、それらの液晶表示素子と投射用光源と投射光学系とを有する投射型アクティブマトリクス液晶表示装置を提供するものである。

本発明のアクティブマトリクス液晶表示素子及び投射型アクティブマトリクス液晶表示装置では、アクティブマトリクス基板と対向電極基板との間に挟持される液晶材料として、電気的に散乱状態と透過状態とを制御しうる液晶樹脂複合体を挟持したアクティブマトリクス液晶表示素子を用いているため、偏光板が不要であ

きる。従って、TNモードの従来の液晶表示素子の製造工程から、配向膜形成工程を除くだけで製造が可能になるので、生産が容易である。

液晶樹脂複合体の比抵抗としては、 $5 \times 10^8 \Omega \text{ cm}$ 以上のものが好ましい。さらに、漏れ電流等による電圧降下を最小限にするために、 $10^{10} \Omega \text{ cm}$ 以上がより好ましく、この場合には大きな蓄積容量を画素電極毎に付与する必要がない。

画素電極に設けられる能動素子としては、トランジスタ、ダイオード、非線形抵抗素子等があり、必要に応じて1つの画素に2以上の能動素子が配置されていてもよい。このような能動素子とこれに接続された画素電極とを設けたアクティブマトリクス基板と、対向電極を設けた対向電極基板との間に上記液晶樹脂複合体を挟んで液晶表示素子とする。カラーフィルターを用いる場合には、複数の色のカラーフィルターをいずれかの基板に形成する。

本発明の色毎に液晶表示素子を用いる投射型アクティブマトリクス液晶表示装置としては、

り、透過時の光の透過率を大幅に向上できる。さらに、液晶樹脂複合体中の平均粒子径  $R$  ( $\mu \text{ m}$ ) を一定として最適化し、両電極間隔  $d_s$  ( $\mu \text{ m}$ ) を色毎に最適化して設定しているので、表示、特に投射表示で混色した際に、色バランスが良く、明るく、コントラスト比の良い表示が得られる。

また、TN型液晶表示素子に必須の配向処理や発生する静電気による能動素子の破壊といった問題点も避けられるので、液晶表示素子の製造歩留りを大幅に向上させることができる。

さらに、この液晶樹脂複合体は、硬化後はフィルム状になっているので、基板の加圧による基板間短絡やスペーサーの移動による能動素子の破壊といった問題点も生じにくい。

また、この液晶樹脂複合体は、比抵抗が従来のTNモードの場合と同等であり、DSモードのように大きな蓄積容量を画素電極毎に設けなくてもよく、能動素子の設計が容易で、かつ、液晶表示素子の消費電力を少なく保つことがで

複数の色光源及び投射光学系を用いる。複数の色のカラーフィルターを用いた液晶表示素子を用いる投射型アクティブマトリクス液晶表示装置としては、1個の投射用光源及び投射光学系を用いる。これら色光源、投射用光源及び投射光学系は、従来から公知の投射用光源、レンズ等の投射光学系が使用できる。

この色光源は、色毎に専用の光源を使用してもよいし、1つの光源の光を分光して使用してもよい。この色光源から出た光は、アクティブマトリクス液晶表示素子に入射させられる。本発明ではこれらの複数枚のアクティブマトリクス液晶表示素子が、光源の色毎にその特性を合せて使用する。これらのアクティブマトリクス液晶表示素子から出射した光が、混合されて投射される。これにより明るく、色バランスがよく、高コントラスト比の投射映像が得られる。

また、カラーフィルターを用いた液晶表示素子を用いる投射型アクティブマトリクス液晶表示装置の場合には、通常は白色の光源から色毎

にカラーフィルター部分で基板間隙を調整された1枚のアクティブマトリクス液晶表示素子に光を入射させ、1個の投射光学系により投射される。これにより明るく、色バランスがよく、投射光学系の光学軸の調整等の面倒な調整がいらず、高コントラスト比の投射映像が得られる。

本発明では、液晶樹脂複合体として細かな孔の多数形成された樹脂マトリクスとその孔の部分に充填された誘電異方性が正のネマチック液晶とからなり、その樹脂マトリクスの屈折率が使用する液晶の常光屈折率( $n_o$ )とほぼ一致するようにされ、使用する液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ が0.18以上である液晶樹脂複合体を用いる。この液晶樹脂複合体をアクティブマトリクス基板と、対向電極基板との間に挟持して液晶表示素子とする。この液晶表示素子の電極間への電圧の印加状態により、その液晶の屈折率が変化し、樹脂マトリクスの屈折率と液晶の屈折率との関係が変化し、両者の屈折率が一致した時に

特に、光硬化タイプの樹脂を用いることにより、熱による影響を受けなく、短時間で硬化させることができ好ましい。

具体的な製法としては、従来の通常のネマチック液晶と同様にシール材を用いてセルを形成し、注入口から未硬化のネマチック液晶と樹脂マトリクスとの混合物を注入し、注入口を封止して後、光照射をするか加熱して硬化させることもできる。

また、本発明の液晶表示素子の場合には、シール材を用いなく、例えば、対向電極としての透明電極を設けた基板上に未硬化のネマチック液晶と樹脂マトリクスとの混合物を供給し、その後、画素電極毎に能動素子を設けたアクティブマトリクス基板を重ねて、光照射等により硬化させることもできる。

もちろん、その後、周辺にシール材を塗布して周辺をシールしてもよい。この製法によれば、単に未硬化のネマチック液晶と樹脂マトリクスとの混合物をロールコート、スピンコー

は透過状態となり、屈折率が異なった時には散乱状態となる。

この細かな孔の多数形成された樹脂マトリクスとその孔の部分に充填された液晶とからなる液晶樹脂複合体は、マイクロカプセルのような液泡内に液晶が封じ込められたような構造であるが、個々のマイクロカプセルが完全に独立していなくてもよく、多孔質体のように個々の液晶の液泡が細隙を介して連通していてもよい。

本発明の液晶表示素子に用いる液晶樹脂複合体は、ネマチック液晶と、樹脂マトリクスを構成する材料とを混ぜ合わせて溶液状またはラテックス状にしておいて、これを光硬化、熱硬化、溶媒除去による硬化、反応硬化等させて樹脂マトリクスを分離し、樹脂マトリクス中にネマチック液晶が分散した状態をとるようにすればよい。

使用する樹脂を、光硬化または熱硬化タイプにすることにより、密閉系内で硬化できるため好ましい。

ト、印刷、ディスペンサーによる塗布等の供給をすればよい。また、注入工程が簡便であり、生産性が極めてよい。

また、これらの未硬化のネマチック液晶と樹脂マトリクスとの混合物には、基板間隙制御用のセラミック粒子、プラスチック粒子、ガラス繊維等のスパーサー、顔料、色素、粘度調整剤、その他本発明の性能に悪影響を与えない添加剤を添加してもよい。

この素子に、この硬化工程の際に特定の部分のみに十分高い電圧を印加した状態で硬化させることにより、その部分を常に光透過状態にすることができるので、固定表示したいものがある場合には、そのような常透過部分を形成してもよい。

このような本発明の液晶樹脂複合体を使用した液晶表示素子の応答時間は、電圧印加の立ち上がりが3~50msec程度、電圧除去の立ち下がりが10~80msec程度であり、従来のTNモードの液晶表示素子よりも速い。

また、その電圧-透過率の電気光学特性は、従来のTNモードの液晶表示素子よりも比較的なだらかであり、階調表示のための駆動も容易である。

なお、この液晶樹脂複合体を使用した液晶表示素子の透過状態での透過率は高いほどよく、散乱状態でのヘイズ値は80%以上であることが好ましい。

本発明では、電圧を印加している状態で、樹脂マトリクス（硬化後の）の屈折率が、使用する液晶の常光屈折率( $n_o$ )と一致するようにされる。

これにより、樹脂マトリクスの屈折率と液晶の屈折率とが一致した時に光が透過し、一致しない時に光が散乱（白濁）することになる。この素子の散乱性は、従来のDSモードの液晶表示素子の場合よりも高く、高いコントラスト比の表示が得られる。

本発明の目的は、この液晶樹脂複合体を挟持したアクティブマトリクス液晶表示素子を用い

る場合にはその直径をあらわし、液晶が多孔質の連通構造を持つ場合には液晶のディレクターが互いに相関を持つ領域の直径を意味する。

本発明の液晶樹脂複合体を用いたアクティブマトリクス液晶表示素子の電気光学特性としては、無電界時に高い散乱性を有し、かつ、電界印加時に高い透過性を有すること、即ち、高い表示コントラスト比を持つことが望まれる。このような液晶表示素子を用いて、投射型の表示を行った場合、高輝度かつ高コントラスト比の表示を得ることができる。

このような表示を得るためには、上記の要因が最適な関係を持つことが必要である。

これらの要因の中でアクティブマトリクス液晶表示素子の電気光学特性を決定する特に重要な要因は、使用する液晶の屈折率（屈折率異方性 $\Delta n =$ 異常光屈折率 $n_e -$ 常光屈折率 $n_o$ ）、液晶の平均粒子径 $R$ 、両電極基板間隙 $d$ であり、色光源の主波長 $\lambda_s$ に応じて、各液晶表示素子毎に両電極基板間隙 $d_s$ を定めて最適化する。

た投射型アクティブマトリクス液晶表示装置の最適な構成を提供することにある。

即ち、透過時に高い透過率を有し、散乱時に高い散乱性（遮光性）を有する明るく、色バランスが良く、コントラスト比の大きな投射型アクティブマトリクス液晶表示装置を提供するものである。

上記液晶樹脂複合体を用いたアクティブマトリクス液晶表示素子の電気光学特性を決める要因としては、使用する液晶の屈折率（常光屈折率 $n_o$ 、異常光屈折率 $n_e$ ）、比誘電率（ $\epsilon_{//}$ 、 $\epsilon_{\perp}$ 、 $//$ 及び $\perp$ は夫々液晶分子軸に平行、垂直を示す）、粘性、弾性定数、並びに使用する樹脂の屈折率 $n_p$ 、比誘電率 $\epsilon_p$ 、弾性率、並びに樹脂マトリクス中に分散保持される液晶の平均粒子径 $R$ 、体積分布率 $\phi$ 、両電極基板間隙（液晶樹脂複合体の厚み） $d$ 、能動素子により画素部分の液晶樹脂複合体に印加される最大実効印加電圧 $V$ 等が挙げられる。ここで液晶平均粒子径 $R$ とは、液晶がほぼ球状の液泡を形成してい

本発明では、液晶の平均粒子径 $R$ を色により変化させていないので、製造が容易であり、1個の液晶表示素子内でカラーフィルターを用いることにより複数の色の表示が可能になる。

使用する液晶の屈折率異方性 $\Delta n (= n_e - n_o)$ は、無電界時における散乱性に寄与し、高い散乱性を得るには、ある程度以上大きいことが好ましく、具体的には $\Delta n > 0.18$ が好ましい条件である。また、使用する液晶の常光屈折率 $n_o$ は樹脂マトリクスの屈折率 $n_p$ とほぼ一致することが好ましく、この時電界印加時に高い透明性が得られる。具体的には $n_o - 0.03 < n_p < n_o + 0.05$ の関係を満たすことが好ましい。

樹脂マトリクス中に分散保持される液晶の平均粒子径 $R$ は非常に重要な要因であり、無電界時の散乱性、電界印加時の液晶の動作特性に寄与する。無電界時の散乱性は、使用する液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ 、光の波長 $\lambda$ 、液晶の平均粒子径 $R$ の関係により変化する。このため、各光源の主波長 $\lambda_s$ に応じて、単位動作液晶量あた

りの散乱性を最大にするには、各液晶表示素子毎に液晶の平均粒子径  $R$ 、両電極基板間隙  $d_x$  を以下のように設定する必要がある。

なお、緑色の光源の主波長を  $\lambda_o = 540\text{nm}$  とした場合の液晶の平均粒子径を  $R (\mu\text{m})$ 、電極基板間隙を  $d_o$  とする。

$$0.3 < R \cdot \Delta n < 0.7 \quad (1)$$

$$4 R < d_o < 8 R \quad (2)$$

特に、光源の色が緑であるので、 $0.4 < R \cdot \Delta n < 0.6$  とすることが好ましく、 $\Delta n = 0.25$  程度の場合、 $R$  は  $2.0 \mu\text{m}$  程度になる。また、 $\Delta n$  も  $0.2$  以上とすることが強い散乱性を得るためには好ましい。

緑の光源に対する液晶表示素子の平均粒子径  $R$  が (1) 式の範囲よりも小さい場合、散乱性は短波長側の方が強いという波長依存性を持つようになり、また、液晶の動作により高い電界を必要とするため、消費電力が増大するという問題も生じる。逆に、平均粒子径  $R$  が (1) 式の範囲よりも大きい場合、散乱性の波長依存性は小

と併用することにより 1 個の液晶表示素子で複数色表示ができる反面、主波長  $\lambda_x$  と両電極間隙  $d_x$  との関係は、許容幅が狭くなる。

このため、色毎の特性をそろえるためには、全ての液晶表示素子またはそのカラーフィルター部分で、 $d_x / \sqrt{\lambda_x}$  を  $d_o / \sqrt{\lambda_o}$  とほぼそろえるものであり、以下のようにされる。

$$\frac{0.95 d_o}{\sqrt{\lambda_o}} < \frac{d_x}{\sqrt{\lambda_x}} < \frac{1.05 d_o}{\sqrt{\lambda_o}} \quad (3)$$

この (3) 式は液晶による散乱性を最適化し、各色における電圧-透過率特性を一致させるためのものである。

したがって、これらの条件を同時に満足させることにより、高輝度、高コントラスト比で電圧-透過率特性のそろった色バランスの良い表示装置、特に、投射型液晶表示装置を得ることができる。

特に、複数枚の液晶表示素子またはカラーフィルター付の液晶表示素子の夫々の  $d_x / \sqrt{\lambda_x}$  とを、 $d_o / \sqrt{\lambda_o}$  と一致させると最適となる。

さいものの、全可視光線域にわたって散乱性が弱くなり、コントラスト比が低下し、透過時から散乱時への応答性が遅くなるという問題点も生じる。このため、上記の範囲とされる。

緑の光源に対する液晶表示素子の電極基板間隙  $d_o$  も重要な要因である。 $d_o$  を大きくすると、無電界時の散乱性は向上する。しかし、 $d_o$  があまり大きすぎると、電界印加時の十分な透明性を達成するために高い電圧を必要とし、消費電力の増大や、従来の TN 用の能動素子、駆動用 IC が使用できないといった問題が生じてくる。また、 $d_o$  を小さくすると、低電圧で高い透明性が得られるが、無電界時の散乱性は減少していく。このため、無電界時の散乱性と電界印加時の高透明性を両立させるためには、 $d_o (\mu\text{m})$  が、前記した (2) 式を満足するようにされる。

本発明では、複数色表示する場合であっても液晶の平均粒子径  $R$  を色のよって変えずにすむので、製造が容易であるし、カラーフィルター

このため、RGB (赤緑青) の 3 色の光源またはカラーフィルターを用いる場合には、3 枚の液晶表示素子またはカラーフィルター付の液晶表示素子の夫々の  $d_x$  と  $\lambda_x$  との関係をほぼそろえる。具体的には、以下のようにする。

$$\frac{d_x}{\sqrt{\lambda_x}} \approx \frac{d_o}{\sqrt{\lambda_o}} \approx \frac{d_o}{\sqrt{\lambda_o}} \quad (4)$$

両電極基板間隙  $d_x$  の絶対値は、使用する印加電圧に応じて、表示輝度、コントラスト比が最適となるように選択すれば良い。 $0 \sim V_{\text{max}}$  の矩形波が印加されとした場合には、実効印加電圧は印加電圧と同じになるので、以下のような範囲とすることが好ましい。

$$0.5 R_o \cdot V_{\text{max}} < d_o < R_o \cdot V_{\text{max}} \quad (5)$$

特に、 $0.8 R_o \cdot V_{\text{max}}$  以下とすることが好ましい。通常の TN 型アクティブマトリクス液晶表示装置のように TFT を用いる場合には、その実効印加電圧を  $10\text{V}$  以下とすることが好ましい。例えば  $V_{\text{max}} = 8\text{V}$  の場合、 $d_o$  はほぼ  $8 \sim 13 \mu\text{m}$  程度とすれば良い。



例えば、 $d_0 = 10 \mu m$ とした場合、 $d_1 = 11 \mu m$ 及び $d_2 = 9 \mu m$ とすることにより、液晶の平均粒子径 $R$ を一定にしたまま色バランスのとれた表示を得ることができる。

3枚の色毎の液晶表示素子の場合には、夫々毎に両電極間隔を上記のように設定した液晶表示素子を製造すればよいし、カラーフィルターを用いた液晶表示素子の場合には、カラーフィルターの色毎に画素の両電極間隔を上記のように変化させてやればよい。

これにより、駆動回路側で色毎に駆動電圧等を調整しなくても、各色の特性のそろった、即ち、色バランスのとれた、高コントラスト比の表示が得られる。

使用する液晶としては、屈折率異方性 $\Delta n$ が0.18以上とされる必要がある。中でも、0.20以上が好ましく、特に、0.23以上とすることが好ましい。また、比誘電率異方性 $\Delta \epsilon$  ( $= \epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp}$ ) は10以上とされることが好ましく、特に、13以上とすることが好ましい。

ジが広い場合、細かな中間調表示も可能な優れた素子が得られる。

また、無電界時の散乱性を向上させるには、液晶樹脂複合体中の動作可能な液晶の体積分率 $\phi$ を増加させることが有効であり、 $\phi > 20\%$ が好ましく、より高い散乱性を有するには $\phi > 35\%$ が好ましい。一方 $\phi$ があまり大きくなると、液晶樹脂複合体の構造安定性が悪くなるため、 $\phi < 70\%$ が好ましい。

本発明の液晶表示素子は、電界が印加されていない場合は、配列していない液晶と、樹脂マトリクスの屈折率の違いにより、散乱状態（つまり白濁状態）を示す。このため、本発明のように投射型表示装置として用いる場合には、電極のない部分は光が散乱され、画素部分以外の部分に遮光膜を設けなくても、光がスクリーンに到達しないため、黒く見える。このことにより、画素電極以外の部分からの光の漏れを防止するために、画素電極以外の部分を遮光膜等で遮光する必要がないこととなり、遮光膜の形成

複数の液晶表示素子による色バランスは、駆動信号の変調によってもある程度改善することができるが、無電界時、階調表示による低電圧側での特性のバランスは、駆動信号の変調のみによって改善することは困難である。

本発明の1つの大きな特長は、駆動信号の変調に強く依存せずに、各色に対する電圧-透過率特性がそろい、即ち、色バランスのとれた表示が得られることになる。

上記のように、電圧印加時に透明状態、無電界時に散乱状態となる液晶樹脂複合体を用いたアクティブマトリクス液晶表示素子を複数用いて、その各色光源に対応して各液晶表示素子を前記した式(1)、(2)、(3)、(4)の条件を全て満足するようにすることにより、従来のTN用の能動素子や駆動用ICを用いて、色バランスがよく、高いコントラスト比を持つ明るい表示が可能になる。具体的には、コントラスト比数十以上、電界印加時の透過率が70%以上というような表示も可能になる。また、ダイナミックレン

工程が不要となるという利点も有する。

これに所望の画素に電界を印加する。この電界を印加された画素部分では、液晶が配列し、液晶の常光屈折率( $n_o$ )と樹脂マトリクスの屈折率( $n_r$ )とが一致することにより透過状態を示し、当該所望の画素で光が透過することとなり、スクリーンに明るく表示される。

この素子に、この硬化工程の際に特定の部分のみに充分に高い電圧を印加した状態で硬化させてやることにより、その部分を常に光透過状態とすることができるので、固定表示したいものがある場合には、そのような常透過部分を形成してもよい。

また、液晶樹脂複合体中に染料、顔料等を混入しておいてもよい。

第1図は、本発明の投射型アクティブマトリクス液晶表示装置のダイクロイックプリズムを用いた例の模式図である。

第1図において、1は光源、2は凹面鏡、3はコンデンサーレンズ、4は分光用ダイクロイ

ックプリズム、5A、5B、5C、5Dは鏡であり、1～5Dで色光源を構成する。6A、6B、6Cは各色に対応した液晶樹脂複合体を挟持したアクティブマトリクス液晶表示素子、7は合成用ダイクロイックプリズム、8は投射レンズ、9は直進光以外を除去するためのアパーチャー、10は投射するスクリーンである。7～9で投射光学系を構成している。

第2図は、本発明の投射型アクティブマトリクス液晶表示装置のダイクロイックプリズムを用いない例の模式図である。

第2図において、11は光源、12は凹面鏡、13はコンデンサーレンズ、15A、15B、15Cはダイクロイック鏡であり、11～15Cで色光源を構成する。16A、16B、16Cは各色に対応した液晶樹脂複合体を挟持したアクティブマトリクス液晶表示素子、18A、18B、18Cは各色毎に設けられた投射レンズ、19A、19B、19Cは各色毎に設けられた直進光以外を除去するためのアパーチャー、20は投射するスクリーンである。18A～19Cで投射

液晶樹脂複合体、38は対向電極36と基板35との間に配置されたカラーフィルターを示している。この電極間隙はカラーフィルターの主波長により、画素毎に変えられている。

本発明の能動素子としてTFT（薄膜トランジスタ）等の3端子素子を使用する場合、対向電極基板は全画素共通のベタ電極を設ければよいが、MIM素子、PINダイオード等の2端子素子を用いる場合には、対向電極基板はストライプ状のパターニングをされる。

また、能動素子として、TFTを用いる場合には、半導体材料としてはシリコンが好適である。特に多結晶シリコンは、非結晶シリコンのように感光性がないため、光源からの光を遮光膜により遮光しなくても誤動作しなく、好ましい。この多結晶シリコンは、本発明のように投射型液晶表示装置として用いる場合、強い投射用光源を利用でき、明るい表示が得られる。

また、半導体材料として、非結晶シリコンを用いる場合、TFT部分に遮光膜を形成するこ

とにより、投射型液晶表示装置に用いることができる。

第3図は、本発明の投射型アクティブマトリクス液晶表示装置に用いるアクティブマトリクス液晶表示素子の断面図であり、色毎に液晶表示素子を変える場合の例を示している。

第3図において、21はアクティブマトリクス液晶表示素子、22はアクティブマトリクス基板用のガラス、プラスチック等の基板、23はITO ( $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$ )、 $\text{SnO}_2$ 等の画素電極、24はトランジスタ、ダイオード、非線形抵抗素子等の能動素子、25は対向電極基板用のガラス、プラスチック等の基板、26はITO、 $\text{SnO}_2$ 等の対向電極、27は両基板間に挟持された液晶樹脂複合体を示している。

第4図は、カラーフィルターを設けた例の断面図を示している。

第4図において、31はアクティブマトリクス液晶表示素子、32はアクティブマトリクス基板用の基板、33は画素電極、34は能動素子、35は対向電極基板用の基板、36は対向電極、37は液

とにより、投射型液晶表示装置に用いることができる。

また、従来のTN型液晶表示素子の場合には、画素間からの光の漏れを抑止するために、画素間に遮光膜を形成することが多く、このついでに能動素子部分にも同時遮光膜を形成することができ、能動素子部分に遮光膜を形成することは全体の工程にあまり影響を与えない。即ち、能動素子として多結晶シリコンを用いて、能動素子部分に遮光膜を形成しないことにしても、画素間に遮光膜を形成する必要があるれば、工程を減らすことはできない。

これに対して、本発明では、前述の如く、樹脂マトリクスの屈折率が使用する液晶の常光屈折率( $n_o$ )とほぼ一致するようにされた液晶樹脂複合体を使用しているため、電界を印加しない部分では光が散乱して投射されたスクリーン上では黒くなるため、画素間に遮光膜を形成しなくてよい。このため、能動素子として多結晶シリコンを用いた場合、能動素子部分に遮光膜を

形成しなくてもよいので、遮光膜を形成する工程をなくすことができ、工程を減らすことができ、生産性が向上する。

また、電極は通常は透明電極とされるが、反射型の液晶表示装置として使用する場合には、クロム、アルミ等の反射電極としてもよい。

本発明の液晶表示素子及び液晶表示装置は、このほか赤外線カットフィルター、紫外線カットフィルター等を積層したり、文字、図形等を印刷したりしてもよいし、複数枚の液晶表示素子を用いたりするようにしてもよい。

さらに、本発明では、この液晶表示素子の外側にガラス板、プラスチック板等の保護板を積層してもよい。これにより、その表面を加圧しても、破損する危険性が低くなり、安全性が向上する。

本発明では、前述の液晶樹脂複合体を構成する未硬化の樹脂として光硬化性樹脂を用いる場合、光硬化ビニル系樹脂の使用が好ましい。具体的には、光硬化性アクリル系樹脂が例示さ

れ、特に、光照射によって重合硬化するアクリルオリゴマーを含有するものが好ましい。

る。

また、電極は通常は透明電極とされるが、反射型の液晶表示装置として使用する場合には、クロム、アルミ等の反射電極としてもよい。

また、液晶樹脂複合体に使用される液晶は、光硬化性樹脂を用いた場合には、光硬化性樹脂を均一に溶解することが好ましく、光露光後の硬化物は溶解しない、もしくは溶解困難なものとされ、組成物を用いる場合は、個々の液晶の溶解度ができるだけ近いものが望ましい。

液晶樹脂複合体を製造する場合、従来の通常の液晶表示素子のようにアクティブマトリクス基板と対向電極基板とを電極面が対向するように配置して、周辺をシール材でシールして、注入口から未硬化の液晶樹脂複合体用の混合液を

基板間隙を厳密に制御する必要もなく、透過状態と散乱状態とを制御しうる液晶表示素子を極めて生産性良く製造できる。

この液晶表示素子は、基板がプラスチックや薄いガラスの場合にはさらに保護のために、外側にプラスチックやガラス等の保護板を積層することが好ましい。

本発明の液晶表示装置は、駆動のために電圧を印加する時には、前述の式(7)の最大実効電圧以下、通常は前述の最大実効電圧が画素の電極間の液晶樹脂複合体に印加されるように駆動されればよい。

本発明の色光源、投射光学系、投射する投射スクリーン等は従来からの光源、投射光学系、投射スクリーンが使用でき、色光源と投射光学系との間に本発明のアクティブマトリクス液晶表示素子を配置すればよい。この場合、投射光学系は第1図のように複数のアクティブマトリクス液晶表示素子の像を光学系を用いて合成してから投射するようにしてもよいし、第2図の

注入して、注入口を封止してもよいし、基板上に硬化性化合物と液晶との混合物を供給し、対向する基板を重ね合わせるようにして製造してもよい。

本発明の液晶表示素子は、液晶中に2色性色素や単なる色素、顔料を添加したり、硬化性化合物として着色したものを使用したりしてもよい。

本発明では、液晶樹脂複合体として液晶を溶媒として使用し、光露光により光硬化性樹脂を硬化させることにより、硬化時に不要となる単なる溶媒や水を蒸発させる必要がない。このため、密閉系で硬化できるため、従来のセルへの注入という製造法がそのまま採用でき、信頼性が高く、かつ、光硬化性樹脂で2枚の基板を接着する効果も有するため、より信頼性が高くなる。

このように液晶樹脂複合体とすることにより、上下の透明電極が短絡する危険性が低く、かつ、通常のTN型の表示素子のように配向や

ように複数のアクティブマトリクス液晶表示素子の像を個々に投射スクリーンに投射して投射スクリーン上で合成するようにしてもよい。これらの場合、色光源も、前記の例では、1つの光源から分光して用いたが、あらかじめ複数色の光源を別個に設けて液晶表示素子に入射するようにしてもよい。

また、カラーフィルターを用いて1個の液晶表示素子で投射する場合には、1個の投射用光源からの光を液晶表示素子に入射させ、その出射光が投射光学系により投射スクリーンに投射するようにされればよい。

これらの投射用光源に用いられる光源としては、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンランプ等があり、凹面鏡、コンデンサーレンズ等を組み合わせて光の利用効率を上げることができる。

また、これに冷却系を付加したり、赤外線カットフィルターや紫外線カットフィルターを組み合わせて使用したり、LED等のチャンネル

もよい。

この拡散光を減ずる装置は、前記したようなアパーチャーやスポットに限られなく、例えば、光路上に配置された小面積の鏡であってもよい。

投射スクリーン上に到達する直進成分と散乱成分との比は、スポット、鏡等の径及びレンズの焦点距離により制御可能で、所望の表示コントラスト、表示輝度を得られるように設定すれば良い。

本発明の投射型アクティブマトリクス液晶表示装置は、前面投射型で用いてもよいし、背面投射型で用いてもよい。

#### [作用]

本発明によれば、色バランスが良く、表示輝度が高く、高いコントラスト比の表示、特に、投射型表示が得られる。

特に、本発明では、前記のような光源の色に対応した特定の特性の液晶樹脂複合体を挟持したアクティブマトリクス液晶表示素子を用いて

表示等を付加したりしてもよい。

特に、この投射型の表示をする場合、光路上に拡散光を減ずる装置、例えば、第1図、第2図の 9、19A、19B、19C示されるようなアパーチャーやスポットを設置することがにより、表示コントラストを大きくすることができる。

即ち、拡散光を減ずる装置として、液晶表示素子を通過した光の内、入射光に対して直進する光（画素部分が透過状態の部分透過する光）を取り出し、直進しない光（液晶樹脂複合体が散乱状態の部分で散乱される光）を減ずるものをもちいることがコントラスト比を向上させるため、好ましい。特に、直進する光は減ずることなく、直進しない光は拡散光を減ずることが好ましい。

この拡散光を減ずる装置は、第1図、第2図のように、投射光学系と投射スクリーンとの間に設けても良いし、投射光学系の中に、例えば、投射光学系が複数のレンズからなる場合にはレンズとレンズとの間に配置するようにして

いるので、各色のバランスが良く、駆動回路に特別の補正回路を組み込まなくても色の美しい階調表示が可能であり、かつ、印加される最大実効印加電圧を10V以下にすることができ、従来のTN型のアクティブマトリクス液晶表示素子に使用したような能動素子や駆動用ICが容易に使用できる。

#### [実施例]

以下、実施例により、本発明を具体的に説明する。

##### 実施例 1

ガラス基板（コーニング社製7059基板）上にクロムを60nm蒸着して、パターニングしてゲート電極とした。引き続きシリコンオキシナイトライド膜と非晶質シリコン膜をプラズマCVD装置で堆積した。これをレーザーを用いてアニールした後、パターニングして多結晶シリコンとした。これにリンドープ非晶質シリコン、クロムを夫々プラズマCVD、蒸着装置を用いて堆積し、多結晶シリコンを覆うようにパターニ

ングして、第1層目のソース電極、ドレイン電極とした。さらに、ITOを蒸着した後、パターニングして画素電極を形成した。続いて、クロム、アルミを連続蒸着して、画素電極と第1層目のソース電極、ドレイン電極を接続するようにパターニングして、第2層目のソース電極、ドレイン電極とした。この後、再び、シリコンオキシナイトライド膜をプラズマCVD装置で堆積し保護膜とし、アクティブマトリクス基板を作成した。

全面にベタのITO電極を形成した同じガラス基板による対向電極基板と、前に製造したアクティブマトリクス基板とを電極面が対向するように配置して、内部に直径約 $11.0\mu\text{m}$ のスペーサーを散布して、その周辺を注入口部分を除き、エポキシ系のシール材でシールして、基板間隙 $d_0$ が約 $11.0\mu\text{m}$ の空セルを製造した。

2-エチルヘキシルアクリレート 6部、ヒドロキシエチルアクリレート18部、アクリルオリゴマー（東亜合成化学（株）製「M-1200」）20

これらの液晶表示素子の電圧-透過率特性を夫々の色において測定したところ、それらの特性はほぼ一致していた。

これらの3枚の液晶表示素子を用い、第1図の構成で投射型表示装置を構成し、駆動回路にビデオ信号を入力して、液晶樹脂複合体に印加される電圧が実効値で8Vとなるように駆動して、投射スクリーン上に投射像を投射した。

この結果、フルカラーの残像のない動画表示の画像が得られ、表示は各階調においてほぼ色バランスがとれており、かつ、投射スクリーン上でのコントラスト比が80以上の明るい表示が得られた。

なお、投射スクリーン上に投射された像のコントラスト比は、拡散光を減ずる装置としてのアパーチャーを用いない時には約40であった。

#### 比較例1

実施例1の緑用の液晶表示素子を3枚準備して、それらをRGBの3色光源と組み合わせて、実施例1と同様の投射型表示装置を構成し

部、光硬化開始剤としてメルク社製「ダロキユアー1116」を0.4部と、液晶としてBDH社製「E-8」を82部とを均一に溶解した。

この混合物を、上記方法により製造した空セルに注入口から注入し、注入口を封止した。

これに紫外線を60秒間照射して液晶樹脂複合体を硬化させ、緑表示用のアクティブマトリクス液晶表示素子を作成した。

この作成した液晶表示素子の液晶樹脂複合体中の液晶の平均粒子径Rは約 $1.9\mu\text{m}$ 、液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ は約0.24、誘電異方性 $\Delta\epsilon$ は約15.6であった。

同様にして、赤表示用のアクティブマトリクス液晶表示素子を作成した。この液晶の平均粒子径Rは約 $1.9\mu\text{m}$ 、基板間隙 $d_0$ は約 $12.0\mu\text{m}$ とした。

同様にして、青表示用のアクティブマトリクス液晶表示素子を作成した。この液晶の平均粒子径Rは約 $1.9\mu\text{m}$ 、基板間隙 $d_0$ は約 $10.0\mu\text{m}$ とした。

た。

この投射型表示装置により得られた表示は、全体に赤っぽい画像であり、特に、中間調の表示でその傾向が顕著であった。また、3枚の液晶表示素子とも電界を印加しない状態にしたところ、投射スクリーンは黒くならず、暗い赤色になった。これは、RGBによって液晶の閾値電圧特性が異なることにより生じたものと思われる。RGB毎に印加電圧-透過率特性を調査してみると、中間調の領域では同じ印加電圧においてRが最も透過率が高く、Bが最も低くなっていた。

#### 比較例2

3枚の液晶表示素子の基板間隙 $d_0$ 、 $d_0$ 、 $d_0$ を実施例1同じにして、液晶の平均粒子径Rを $3.0\mu\text{m}$ とした。それらをRGBの3色光源と組み合わせて、実施例1と同様の投射型表示装置を構成した。

この投射型表示装置により得られた表示は、明るい、コントラスト比が約10という低い表

示しか得られなかった。

#### 実施例 2

実施例 1 と同じ液晶表示素子を用いて、第 2 図の構成の投射型表示装置を構成した。この投射型表示装置も実施例 1 と同様の色バランスが良く、明るく、高コントラスト比の表示が得られた。

#### 実施例 3

対向電極基板上に RGB 3 色のカラーフィルターを形成し、その上に ITO による対向電極を形成した。この際に、カラーフィルターの厚みを変えて、アクティブマトリクス基板と組み合わせた際に、赤色の画素部分では  $12.0\mu\text{m}$  の電極間隔となるようにし、緑色の画素部分では  $11.0\mu\text{m}$  の電極間隔となるようにし、青色の画素部分では  $10.0\mu\text{m}$  の電極間隔となるようにした。なお、液晶の平均粒子径 R は  $1.9\mu\text{m}$  でほぼ均一とした。

この液晶表示素子の駆動回路にビデオ信号を入力して、液晶樹脂複合体に印加される電圧が

実効値で 8V となるように駆動したところ、色バランスが良い明るい表示が得られた。

この液晶表示素子、白色光源、投射光学系、アパーチャーを組み合わせて投射型表示装置を構成し、投射スクリーン上に投射像を投射したところ、明るく、コントラスト比の高い、色バランスのとれた表示が得られた。

#### 実施例 4

TFT を逆スタガー型の非結晶 (アモルファス) シリコンを用いた TFT とし、基板側はグレート電極で遮光し、液晶側は絶縁膜を介して遮光膜を設けて遮光したほかは、実施例 1 と同様にして 3 種類のアクティブマトリクス液晶表示素子を製造した。

これらの液晶表示素子を用いて、投射型表示装置を構成したところ、実施例 1 と同様な表示が得られた。しかし、この実施例の液晶表示素子は、遮光膜を形成する工程が余分に必要であった。また、遮光膜に不良があると表示に影響がでるものであった。

#### [発明の効果]

本発明のアクティブマトリクス液晶表示素子では、表示の色バランスがよく、駆動回路側で色毎に駆動波形を補正しなくてよく、駆動が容易になる。

また、液晶の平均粒子径 R を一定にしてもよい、生産性がよく、カラーフィルターを併用することにより、1 個の液晶表示素子でカラー表示ができる。

本発明の投射型アクティブマトリクス液晶表示装置では、アクティブマトリクス基板と対向電極基板との間に挟持される液晶材料として、電気的に散乱状態と透過状態とを制御しうる液晶樹脂複合体を挟持した液晶表示素子を用いているため、偏光板が不要であり、透過時の光の透過率を大幅に向上でき、明るい投射画像が得られる。

本発明の液晶表示素子は、電界が印加されない状態で高い散乱性を有し、能動素子により電界を印加した状態で高い透過性を有するもので

あり、従来の TN 型液晶表示素子用の駆動用 IC を用いた駆動においても、高コントラスト比を有し、かつ高輝度の表示が可能になる。

さらに、本発明では、色光源の色毎に液晶表示素子の特性を最適化しているため、中間調においても色バランスが良い表示が得られる。

また、偏光板を用いなくてもよい、光学特性の波長依存性が少なく、光源の色補正等がほとんど不要になるという利点も有している。

また、TN 型液晶表示素子に必須のラビング等の配向処理やそれに伴う静電気の発生による能動素子の破壊といった問題点も避けられるので、液晶表示素子の製造歩留りを大幅に向上させることができる。

さらに、この液晶樹脂複合体は、硬化後はフィルム状になっているので、基板の加圧による基板間短絡やスペーサーの移動による能動素子の破壊といった問題点も生じにくい。

また、この液晶樹脂複合体は、比抵抗が従来の TN モードの場合と同等であり、従来の DS

モードのように大きな蓄積容量を画素電極毎に設けなくてもよく、能動素子の設計が容易で、有効画素電極面積の割合を大きくしやすく、かつ、液晶表示素子の消費電力を少なく保つことができる。

さらに、TNモードの従来の液晶表示素子の製造工程から、配向膜形成工程を除くだけで製造が可能になるので、生産が容易である。

また、この液晶樹脂複合体を用いた液晶表示素子は、応答時間が短いという特長も有しており、動画の表示も容易なものである。さらに、この液晶表示素子の電気光学特性（電圧-透過率）は、TNモードの液晶表示素子に比して比較的なだらかな特性であるので、階調表示への適用も容易である。

また、本発明の液晶表示素子は、電界を印加しない部分では光が散乱されるため、画素以外の部分を遮光膜により遮光しなくても投射時に光の漏れがなく、隣接画素間の間隙を遮光する必要がない。このため、特に、能動素子として

多結晶シリコンによる能動素子を用いることにより、能動素子部分に遮光膜無しで高輝度の投射用光源を用いることができ、高輝度の投射型液晶表示装置を容易に得ることができる。さらにこの場合には遮光膜を全く設けなくてもよいことになり、さらに生産工程を簡便化することができる。

本発明は、この外、本発明の効果を損しない範囲内で種々の応用が可能である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図及び第2図は、本発明の投射型アクティブマトリクス液晶表示装置の基本的な例の構成を示す模式図ある。

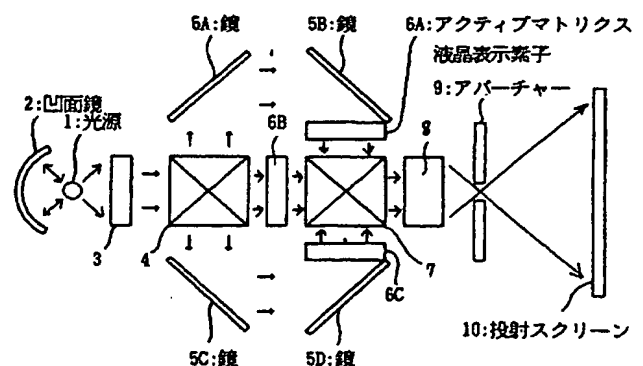
第3図は、本発明に用いるアクティブマトリクス液晶表示素子の基本的な構成を示す断面図である。

第4図は、本発明に用いるカラーフィルターを設けたアクティブマトリクス液晶表示素子の基本的な構成を示す断面図である。

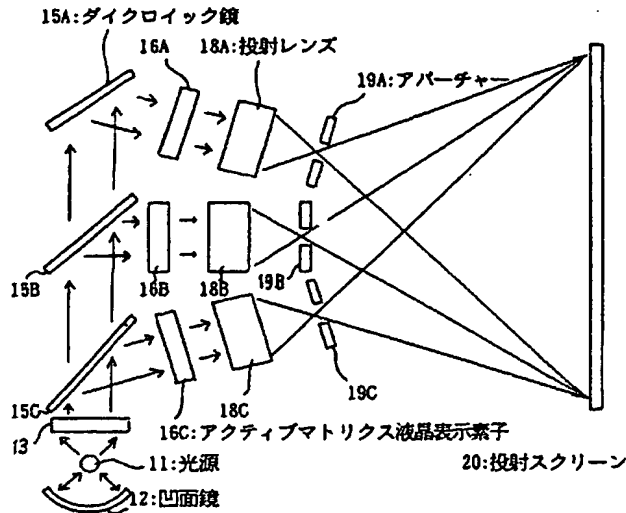
光源 : 1, 11

- 凹面鏡 : 2, 12
- コンデンサーレンズ : 3, 13
- 分光用ダイクロイックプリズム : 4
- 鏡 : 5A, 5B, 5C, 5D
- アクティブマトリクス液晶表示素子 : 6A, 6B, 6C, 16A, 16B, 16C, 21, 31
- 合成用ダイクロイックプリズム : 7
- 投射レンズ : 8, 18A, 18B, 18C
- アパーチャ : 9, 19A, 19B, 19C
- 投射スクリーン : 10, 20
- ダイクロイック鏡 : 15A, 15B, 15C
- 基板 : 22, 25, 32, 35
- 画素電極 : 23, 33
- 能動素子 : 24, 34
- 対向電極 : 26, 36
- 液晶樹脂複合体 : 27, 37
- カラーフィルター : 38

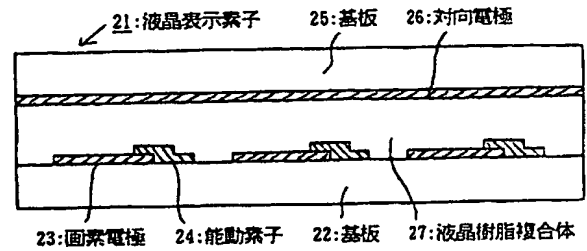
第 1 図



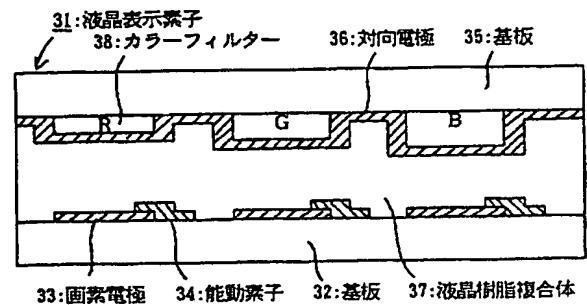
第 2 図



第 3 図



第 4 図



手 続 補 正 書

平成 2 年 9 月 4 日

特 許 庁 長 官 殿

1. 事件の表示

平成 1 年特許願第 2 3 4 7 2 3 号

2. 発明の名称

アクティブマトリクス液晶表示素子及び投射型アクティブマトリクス液晶表示装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 2 号

名 称 (004) 旭 硝 子 株 式 会 社

4. 代理人

〒 105

住 所 東京都港区虎ノ門一丁目 1 番 7 号

氏 名 弁理士 (6864) 桐 村 繁 郎 成ビル

外 1 名

5. 補正命令の日付 自発補正

6. 補正により増加する請求項の数 なし

7. 補正の対象

(1) 明細書の発明の詳細な説明の欄

8. 補正の内容

(1) 明細書の第 35 頁第 6 行と第 7 行との間に、以下の文章を加入する。

「本発明のアクティブマトリクス液晶表示素子を反射型で使用する場合には、透過型で使用する場合に比して、同じ電極基板間隔で高いコントラスト比を得ることができる。このため、透過型と同程度のコントラスト比を得ればよい場合には、本発明の範囲内で電極基板間隔をやや小さ目にすることができ、駆動電圧を低くすることができる。」

以 上

方 式 特 許 査 査

